

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-147159

(P2001-147159A)

(43) 公開日 平成13年5月29日 (2001.5.29)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 1 J 3/28

識別記号

F I

G 0 1 J 3/28

テ-マ-ト*(参考)

2 G 0 2 0

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-331455

(22) 出願日 平成11年11月22日 (1999. 11. 22)

(71) 出願人 000232689

日本分光株式会社

東京都八王子市石川町2967番地の5

(72) 発明者 藤原 幹治

東京都八王子市石川町2967番地の5 日本
分光株式会社内

(72) 発明者 池田 壮

東京都八王子市石川町2967番地の5 日本
分光株式会社内

(74) 代理人 100092901

弁理士 岩橋 祐司

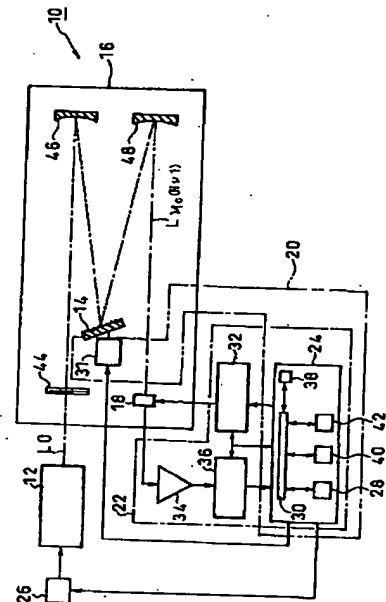
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 感度補正装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明の目的は、分光器及びマルチチャンネルの分光感度特性の補正を容易にかつ適正に行なえる感度補正装置を提供することにある。

【解決手段】 所望波数範囲での連続光を発生する連続スペクトル光源12と、分光器16が分散可能な波数範囲でかつ補正対象となる波数範囲を、隣り合う小範囲で一部の波数或いは波数範囲が重複するように複数の小範囲に分割する分割手段30と、前記分割手段30での各小範囲の測定毎に各対応標準波数を変え各チャンネルに受光させる波数走査手段14と、ある小範囲の標準波数光を標準チャンネルに受光させた時の強度に対する他チャンネルの強度の相対比を得、該相対比から該小範囲でのばらつきを補正可能な感度補正值を得、該各小範囲での感度補正值をつなぎ合わせ、前記分割前の波数範囲での感度補正值を得る感度補正手段30と、を備えたことを特徴とする感度補正装置10。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 分光器により分散された各波数光を受光可能なマルチチャンネル検出器を光検出器として用いる分析装置の感度補正装置であって、

所望の波数範囲での連続光を発生する連続スペクトル光源と、

前記分光器が分散可能な波数範囲で、かつ補正対象となる波数範囲を、隣り合う小波数範囲で一部の波数或いは波数範囲が重複するように複数の小波数範囲に分割する分割手段と、

前記分割手段で分割した各小波数範囲の測定毎に各対応標準波数を変え各チャンネルに受光させる波数走査手段と、

前記チャンネルの出力を読出す読出手段と、

ある小波数範囲の標準波数光を標準チャンネルに受光させた時の強度に対する他チャンネルの強度の相対比を得、該相対比から該小波数範囲でのばらつきを補正可能な感度補正値を得、該各小波数範囲での感度補正値をつなぎ合わせ、前記分割前の波数範囲での感度補正値を得る感度補正手段と、

を備え、実際の分析測定の際は、前記感度補正手段で得た各感度補正値が各対応波数に考慮されることを特徴とする感度補正装置。

【請求項2】 請求項1記載の感度補正装置において、前記連続スペクトル光源は、各波数における光強度が既知の絶対光源であることを特徴とする感度補正装置。

【請求項3】 請求項1又は2記載の感度補正装置において、

あるチャンネルに欠陥がある場合には、該欠陥チャンネルの両側に位置する正常チャンネルから得た読出手段の出力を基に、該欠陥チャンネルから得た読出手段の出力を補完する補完手段を備え、

前記感度補正手段は、前記補完手段で得られた補完値を欠陥チャンネルからの出力とし、該欠陥チャンネルの感度補正値を得ることを特徴とする感度補正装置。

【請求項4】 請求項3記載の感度補正装置において、前記補完手段の前段に設けられ、前記読出手段で得たチャンネルの出力が所定の範囲内にあれば、これを正常チャンネルとして判断し、

一方、前記読出手段で得たチャンネルの出力が前記所定の範囲外にあれば、これを欠陥チャンネルとして判断する判定手段を備えたことを特徴とする感度補正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は感度補正装置、特に分光器及びマルチチャンネル検出器の感度補正に用いられる光源、及び補正値取得機構の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】 各波数毎の光強度を測定する分析装置としては、種々のものがあるが、代表的なものに、分光器

と、マルチチャンネル検出器を組み合わせた分析装置がある。このような分析装置では、連続光を分光器に投射し、分光器で分光した波数光毎の強度を、マルチチャンネル検出器により測定する。

【0003】 ところで、マルチチャンネル検出器としては、例えばCCD (charge coupled device) が用いられる。このCCD検出器等のマルチチャンネル検出器は、分光したスペクトルを一度に測定できる検出器であるため、このCCD検出器を用いたCCD測定法は、従来の光電子増倍管を用いた測定法に代わる方法として注目されている。

【0004】 ところで、CCD検出器等のマルチチャンネル検出器の各測定チャンネルは、感度にばらつきがあり、またCCDの各チャンネルに対して分光器のスループットにも差異があり、測定を適正に行うには、これを補正する必要がある。そこで、従来より、分析装置では、分光器及びCCD検出器の出力の感度補正が行なわれている。

【0005】 例えば、従来は、種々の線スペクトル光源を揃える。この線スペクトル光源の、ある波数の輝線スペクトルを順次、測定チャンネル上を走査し、各測定チャンネルの出力値の補正値を得ている。そして、実際の測定の際は、検出器の測定チャンネルの各出力値に対し、前述のようにして得られた各対応補正値を考慮するのが一般的である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記従来の線スペクトル光源を用いたのでは、輝線スペクトルの、ある特定の一波数のみでの感度補正しかできない。一方、最近の分析装置の高性能化、測定試料の多様化に伴い、より広い測定波数範囲をカバーできる点が強く望まれる。このために、従来は、線スペクトルの異なる種々の線スペクトル光源を揃え、補正の際は所望のものを選択して用いる方法も考えられる。

【0007】 しかしながら、この場合には、測定したい領域にうまく合う線スペクトルがない場合が生じる。また、装置の部品点数が増加してしまう。また、異なる光源を用いる際は、予め、個々の光源の特性を測定しておく必要があり、面倒であった。このため、前記問題を解決するための有効な手段として採用するまでには至らなかった。

【0008】 本発明は前記従来技術の事情に鑑みなされたものであり、その目的は分光器及びマルチチャンネル検出器の感度特性の補正を容易にかつ正確に行うことのできる感度補正装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成するために本発明にかかる感度補正装置は、連続スペクトル光源と、分割手段と、波数走査手段と、読出手段と、感度補正手段と、を備えることを特徴とする。

【0010】ここで、前記連続スペクトル光源は、所望の波数範囲での連続光を発生する。また、前記分割手段は、前記分光器が分散可能な波数範囲で、かつ補正対象となる波数範囲を、隣り合う小波数範囲で一部の波数或いは波数範囲が重複するように複数の小波数範囲に分割する。

【0011】前記波数走査手段は、前記分割手段で分割した各小波数範囲の測定毎に各対応標準波数を変え各チャンネルに受光させる。前記読出手段は、前記チャンネルの出力を読出す。前記感度補正手段は、ある小波数範囲の標準波数光を標準チャンネルに受光させた時の強度に対する他チャンネルの強度の相対比を得、該相対比から該小波数範囲でのばらつきを補正可能な感度補正值を得、各小波数範囲での感度補正值をつなぎ合わせ、前記分割前の波数範囲での感度補正值を得る。

【0012】そして、実際の分析測定の際は、前記感度補正手段で得た各感度補正值が各対応波数に考慮される。なお、本発明において、前記連続スペクトル光源は、各波数における光強度が既知の絶対光源であることが好適である。ここにいう各波数における光強度が既知の絶対光源とは、所定の電力で動作させると、ある特定の連続スペクトル強度が必ず得られる連続スペクトル光源をいう。

【0013】また、本発明において、補完手段を備え、前記感度補正手段は、前記補完手段で得られた補完値を欠陥チャンネルの出力とし、該欠陥チャンネルの感度補正值を得ることも好適である。ここで、前記補完手段は、あるチャンネルに欠陥がある場合には、該欠陥チャンネルの両側に位置する正常チャンネルから得た読出手段の出力を基に、該欠陥チャンネルから得た読出手段の出力を補完する。ここにいう欠陥チャンネルの両側に位置する正常チャンネルとは、ある欠陥チャンネルの直ぐ隣りに位置するチャンネルも欠陥チャンネルであれば、さらに同方向のチャンネルのうちで、該欠陥チャンネルに一番近い位置にある正常チャンネル等をいう。

【0014】さらに、本発明において、判定手段を備えることも好適である。ここで、前記判定手段は、前記補完手段の前段に設けられ、前記読出手段で得たチャンネルの出力が所定の範囲内にあれば、これを正常チャンネルとして判断する。一方、前記読出手段で得たチャンネルの出力が前記所定の範囲外にあれば、これを欠陥チャンネルとして判断する。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づき本発明の好適な実施形態について説明する。図1には、本発明の一実施形態にかかる感度補正装置の概略構成が示されている。同図に示す感度補正装置10は、絶対光源12（連続スペクトル光源）と、回折格子14を含む分光器16と、CCD検出器（マルチチャンネル検出器）18と、波数走査手段20と、読出手段22と、コンピュータ

（分割手段、感度補正手段）24を含む。

【0016】ここで、本実施形態において特徴的な連続スペクトル光源としての絶対光源12は、駆動ドライバ26により所定の電力で動作させると、所望の波数範囲での連続光 L_0 を発生する。この絶対光源12からは、ある所定の電力で動作させると、ある特定の連続スペクトル強度が必ず得られる。

【0017】例えばコンピュータ24により制御可能な電力値に対する連続スペクトル強度に関する情報は、コンピュータ24の光源情報記憶部28に格納されている。そして、感度補正等を行う際は、コンピュータ24のCPU30は、光源情報記憶部28の強度情報にアクセス可能とする。また、前記分割手段としてのコンピュータ24は、分光器16が分散可能な波数範囲で、かつ補正対象となる波数範囲を、隣り合う小区域（小波数範囲）で一部の波数或いは波数範囲が重複するように複数の小区域（小波数範囲）に分割する。例えば、後述する第1小区域（ N_{v1} ）と第2小区域（ N_{v2} ）に分ける。

【0018】また、前記分光器16は、回折格子14により、絶対光源12からの連続光 L_0 を分離し、例えば第1小区域（ N_{v1} ）の測定を行なう場合、その中心（標準）波数 ν_{1c} の光 $L_{\nu_{1c}}$ を得る。また、第2小区域（ N_{v2} ）の測定を行なう場合、その中心（標準）波数 ν_{2c} の光 $L_{\nu_{2c}}$ を得る。

【0019】前記CCD検出器18は、例えば第1小区域の測定を行なう際は、分光器16からの波数光 $L_{\nu_{1c}}$ の進行方向に対し、ほぼ直交する2次元空間上に配列された複数の測定チャンネルを含み、各測定チャンネルは、分光器16からの波数光 $L_{\nu_{1c}}$ を受光した時の光強度を個々に出力する。前記波数走査手段20は、例えば回折格子14の駆動ドライバ31と、前記コンピュータ24を含む。

【0020】そして、このコンピュータ24により回折格子14を回転させることにより、各測定チャンネルには、各小区域の測定毎に、各対応区域の中心波数成分の光を順次受光させる。例えば第1小区域の測定を行なう際は、その中心波数 ν_{1c} の光 $L_{\nu_{1c}}$ を各チャンネルに順次受光させる。また、第2小区域の測定を行なう際は、その中心波数 ν_{2c} の光 $L_{\nu_{2c}}$ を各チャンネルに順次受光させる。

【0021】前記読出手段22は、例えばドライバ32と、アンプ34と、A/D変換器36と、前記コンピュータ24を含む。そして、このコンピュータ24により各測定チャンネルの出力を読出す。また、本実施形態において特徴的なことは、コンピュータ24は、前記感度補正手段としての機能を含むことである。

【0022】すなわち、このコンピュータ24のROM38には、各測定チャンネルに各中心波数の光を受光させた時の感度補正值を、各対応小区域毎に得るための各

機器の動作の制御情報を含む。そして、得られた感度補正值は、コンピュータ24の補正值記憶部40に格納されることとなる。

【0023】このようにして感度補正手段としてのコンピュータ24は、例えば第1小区域の中心波数光を中心測定チャンネルD_c（標準チャンネル）に受光させた時の強度に対する他チャンネルの強度の相対比を得る。この相対強度比のばらつきを補正可能な感度補正值を各対応波数について得る。そして、実際の分析測定の際は、各波数に対し各対応感度補正值を考慮する。なお、本実施形態では、感度補正に用いる波数は、分光器16での標準波数をCPU30により変えることにより適宜変更可能である。

【0024】また、補正值記憶部40の感度補正值などは、CPU30により書換え可能である。また、本実施形態において、絶対光源12からの連続光L₀は、まず入射スリット44から分光器16内に入射し、コリメート鏡46で平行化させ、回折格子14に入射させる。ここで、感度補正值の取得のための測定の際は、回折格子14を回転させ、第1小区域の中心波数 ν_{1c} の光L _{ν_{1c}} を各測定チャンネルに順次受光させる。

【0025】一方、通常の分析測定の際は、この回折格子14で分離された各波数光は、結像鏡48で集光され、CCD検出器18の各対応測定チャンネルに同時受光され、各波数に対し、各対応感度補正值が考慮される。本実施形態にかかる感度補正装置10は、概略以上のように構成され、以下にその作用について説明する。

【0026】まず、本実施形態では、分光器16及びCCD検出器18の感度補正を行う際は、連続スペクトル光源としての絶対光源12を用いている。この結果、本実施形態では、感度特性の補正に用いる波数の変更を行う際は、従来の線スペクトル光源を用いた場合のように、波数の異なる種々の光源の取替え等を行うことなく、駆動ドライバ31等により分光器16の回折格子14を回転させるのみで、容易に変更可能である。

【0027】したがって、本実施形態では、前記線スペクトル光源を用いて感度補正を行った従来方式に比較し、より広い波数範囲での感度補正を、より容易に行うことができるので、特に本実施形態のような分析装置では有効である。また、本実施形態では、一般的な連続スペクトル光源を用いるのではなく、各波数における光強度が既知の絶対光源12を用いることもある。

【0028】つまり、本実施形態のコンピュータ24は、駆動ドライバ26により絶対光源12を、所定の電力で動作させると、ある特定の連続スペクトル強度が必ず得られる。そして、本実施形態では、この電力に対する連続スペクトル強度に関する情報は、例えばコンピュータ24の光源情報記憶部28に格納されている。

【0029】このため、感度補正等を行う際は、CPU30が適宜、その情報にアクセスするのみで、従来一般

的な光源の連続スペクトルの強度測定を行うことなく、常に正確な連続スペクトル強度情報を得ることができ。しかも、絶対光源12の使用で、得られる連続スペクトルの強度は、実質的に経時変化等を起こさないの、より確実な連続スペクトルの強度情報により、感度補正を、より正確に行うことが可能となる。

【0030】また、通常、分光器16により分散可能な全波数範囲は広いが、このような広い波数範囲を測定するには、測定チャンネル数は有限であるから、1回の測定で取れる範囲は限られている。このため、分光器16により分散可能な波数範囲の全てを測定チャンネルに割当て、つまり1回の測定で感度補正值を得ようとする場合、像の歪みなどにより中心から遠ざかると、分解能を低下させてしまう。

【0031】そこで、本実施形態において特徴的なことは、所定の数の測定チャンネルを用いて、分解能を低下させることなく広い波数範囲での感度補正を容易にかつ適正に行えることとしたことである。以下に、その作用について図2のフローチャートを参照しつつ説明する。

【0032】このために、本実施形態においては、コンピュータ24は分光器16の分散可能な全波数範囲を、複数の小区域（小波数範囲）に分割可能な分割手段としての機能をも含む。例えば、コンピュータ24は、分光器16の分散可能な全波数範囲を、隣合う小区域で一部の波数或いは波数範囲が重複するように、複数の小区域に分割する（S10）。

【0033】例えば図3に示すように分光器の分散可能な全波数範囲を、波数 $\nu_1 \sim \nu_{13}$ とした場合、例えば波数 $\nu_1 \sim \nu_7$ の第1小区域N ν_1 と、波数 $\nu_7 \sim \nu_{13}$ の第2小区域N ν_2 とに分割する。この場合、第1小区域N ν_1 と第2小区域N ν_2 、つまり隣合う小区域で重複する波数は波数 ν_7 となる。

【0034】本実施形態では、前記分光器16の分散可能な全波数範囲を複数の小区域に分割後、各測定チャンネルに対し、第1小区域N ν_1 のある標準波数、例えば該区域の中心波数 ν_{1c} での測定を行なう（S12）。すなわち、回折格子を回転させ、図4に示すように各測定チャンネルD₁～D_nのほぼ中心部分に対し、まず第1小区域の測定の際は、分光器16からの中心波数光L _{ν_{1c}} が順次照射される。

【0035】このように本実施形態では、分光器16が分散可能な全波数範囲での感度補正值の取得のための測定を、全波数範囲での各波数光を各チャンネルに割当て、1回の測定で済ませるのではなく、分光器16の分散可能な全波数範囲を、隣合う小区域で一部の波数 ν_7 が重複するように、複数の第1小区域N ν_1 、第2小区域N ν_2 に分割する。分割後、コンピュータ24は回折格子14を回転させ、図4に示すように測定チャンネルD₁～D_nに対し、第1小区域N ν_1 の中心波数 ν_{1c} の光L _{ν_{1c}} での強度測定を行う。

【0036】この第1小区域 $N\nu_1$ の中心波数 ν_{1c} の光 $L_{\nu_{1c}}$ を受光した時の各測定チャンネルの出力値は、アンプ34で増幅され、A/D変換器36でデジタル変換された後、コンピュータ24に入力される。この結果、第1小区域 $N\nu_1$ の中心波数 ν_{1c} の光 $L_{\nu_{1c}}$ での測定では、中心チャンネル D_c の強度を基準にした場合の、各測定チャンネル $D_1 \sim D_n$ の強度は、例えば図5に示すような相対強度比 $I_{11} \sim I_{1n}$ として得られることとなる。

【0037】そして、第1小区域 $N\nu_1$ の中心波数 ν_{1c} の光 $L_{\nu_{1c}}$ での測定後、各チャンネルの出力値 $I_{11} \sim I_{1n}$ を、同図破線に示すようなフラットに可能な感度補正値を得ている(S14)。このように第1小区域 $N\nu_1$ の中心波数 ν_{1c} の光 $L_{\nu_{1c}}$ での出力値 $I_{11} \sim I_{1n}$ から、中心チャンネル D_c が該区域の中心波数光 $L_{\nu_{1c}}$ を受光した時の強度に対する相対強度比を得る。この第1小区域 $N\nu_1$ の中心波数 ν_{1c} での感度補正値を各チャンネルについて得る。

【0038】例えば感度補正値 α は、次記数1で与えられる。

【数1】

$$\alpha < 11 >^{-1} = \langle I_{11} \rangle / \langle I_{\nu_{1c}} \rangle$$

.

.

.

$$\alpha < 1n >^{-1} = \langle I_{1n} \rangle / \langle I_{\nu_{1c}} \rangle$$

【0039】ここで、上記 $\langle 11 \rangle \sim \langle 1n \rangle$ は上記第1小区域での各チャンネルの波数 $\nu_{11} \sim \nu_{1n}$ に対応する。したがって、 $\alpha < 1n \rangle$ は、この小区域でのチャンネル D_n での感度補正値を意味する。また、上記 $I_{11} \sim I_{1n}$ は、各チャンネルでこの区域の中心波数 ν_{1c} の光を受光した時の各対応測定チャンネル $D_1 \sim D_n$ の出力値近傍の平均値である。また、上記 $I_{\nu_{1c}}$ は、感度補正値を取得するための測定時に、中心波数 ν_{1c} の光を受光した時の中心測定チャンネル D_c 近傍の平均値である。

【0040】そして、この小区域での、感度補正後の各出力値 $I_{\nu_{11}}' \sim I_{\nu_{1n}}'$ は、上記数1の感度補正値 $\alpha < 11 \rangle \sim \alpha < 1n \rangle$ を用いて、次記数2で与えられる。

【数2】

$$I_{\nu_{11}}' = \alpha < 11 \rangle * I_{\nu_{11}}$$

.

.

.

$$I_{\nu_{1n}}' = \alpha < 1n \rangle * I_{\nu_{1n}}$$

【0041】このように本実施形態では感度補正値の取得のための測定を、分光器16の分散可能な全波数範囲を全チャンネルに割当て、1回の測定で済ませてしまうのではなく、まず分光器16の分散可能な全波数範囲

($\nu_1 \sim \nu_{13}$)を、隣合う小区域で一部の波数 ν_7 が重複するように複数の第1小区域 $N\nu_1$ ($\nu_1 \sim \nu_7$)と、第2小区域 $N\nu_2$ ($\nu_7 \sim \nu_{13}$)に分割する。

【0042】分割後、測定チャンネル $D_1 \sim D_7$ に対し、例えば第1小区域 $N\nu_1$ ($\nu_1 \sim \nu_7$)の中心波数 ν_4 での測定を行ない、例えば中心チャンネル D_4 の出力を基準にした場合の各チャンネルの出力の相対比を得る。これらの相対強度比から、この第1小区域 $N\nu_1$ ($\nu_1 \sim \nu_7$)でのばらつきを補正可能な感度補正値を得る。

【0043】そして、前記第1小区域 $N\nu_1$ での実際の分光測定の際は、分光測定を行い(S16)、各測定チャンネル $D_1 \sim D_n$ からの出力、つまり該区域の各波数光を受光した時の生の出力値は、前述のようにして得られた各対応感度補正値により補正されることとなる(S18)。最終的には、このような感度補正後の出力値を用いて、分析がより適正に行なわれることとなる(S20)。

【0044】この結果、本実施形態では、測定チャンネルの数に拘わらず、ある特定の小区域、例えば第1小区域 $N\nu_1$ での感度補正を、分解能を損なうことなく適正に行うことが可能となる。

【0045】連続測定

前記実施形態では、第1小区域 $N\nu_1$ の中心波数での測定のみを行った例について説明したが、複数の小区域の連続測定を行なうことが可能である。そして、このような複数の小区域の連続測定を行なう際は、以下に示す方法を用いることが好ましい。以下に、図6に示すフローチャートを参照しつつ、この連続測定方法について説明する。なお、前記2と対応する部分には符号100を加えて示し、説明を省略する。

【0046】すなわち、本実施形態では、分光器が分散可能な全波数範囲での感度補正値の取得のための測定を、1回の測定で済ませるのではなく、分光器の分散可能な全波数範囲を、隣合う小区域で波数 ν_7 が重複するように複数の小区域、例えば前記図3に示したような第1小区域 $N\nu_1$ ($\nu_1 \sim \nu_7$)と、第2小区域 $N\nu_2$ ($\nu_7 \sim \nu_{13}$)に分割する(S110)。

【0047】そして、測定チャンネル $D_1 \sim D_7$ に対し、前記各小区域の連続測定を行なう。分割数、つまり小区域の数と同じ回数だけ測定を行なう(S112)。すなわち、前記分割後、前述のようにコンピュータ24は、回転格子14を回転させ、図7に示すように測定チャンネル $D_1 \sim D_n$ に対し、第1小区域 $N\nu_1$ ($\nu_1 \sim \nu_7$)の中心波数 ν_{1c} の光 $L_{\nu_{1c}}$ での強度測定を順次行う。

【0048】この第1小区域 $N\nu_1$ の中心波数 ν_{1c} での各測定チャンネルの出力値は、アンプ34で増幅され、A/D変換器36でデジタル変換された後、コンピュータ24に入力される。つぎに、図8に示すように前

測定チャンネル $D_1 \sim D_7$ に対し、前記第2小区域 N_{ν_2} ($\nu_7 \sim \nu_{13}$)の中心波数 ν_{2c} の光 $L_{\nu_{2c}}$ での光強度測定を順次行う。

【0049】この第2小区域 N_{ν_2} の中心波数 ν_{2c} での各測定チャンネルからの出力値は、アンプ34で増幅され、A/D変換器36でデジタル変換された後、コンピュータ24に入力される。この結果、第1小区域 N_{ν_1} の中心波数 ν_{1c} での測定では、各測定チャンネル $D_1 \sim D_n$ からは、中心チャンネル D_c の強度を基準にした場合の、例えば図9に示すような各相対強度比 $I_{11} \sim I_{1n}$ が得られることとなる。

【0050】また、第2小区域 N_{ν_2} の中心波数 ν_{2c} での測定では、同様の測定チャンネル $D_1 \sim D_n$ からは、中心チャンネル D_c の強度を基準にした場合の、例えば図10に示すような各相対強度比 $I_{21} \sim I_{2n}$ が得られることとなる。また、重複する波数 ν_{1n} (ν_{21})での強度を基準にした場合の、各小波数範囲の相対強度比を求め、各波数での特性を図11に示すようなフラットに可能な感度補正値を得る(S114)。

【0051】このように本実施形態では重複する波数 ν_{1n} (ν_{21})での光強度を基準にした場合の、各第1小区域と第2小区域での相対強度比を考慮し、これらの各小区域での測定結果をつなぎ合わせ、分光器16の分散可能な全波数範囲での、各対応感度補正値を得ている。

【0052】この感度補正値 α は、次記数3で与えられる。

【数3】第1小区域 $\langle N_{\nu_1} \rangle$
 $\alpha \langle N_{\nu_{11}} \rangle^{-1} = \langle I_{11} \rangle / \langle I_{\nu_{1c}} \rangle$

測定波数	ν_{11}	$\nu_{1n} = \nu_{21}$	ν_{2n}
第1小区域での補正後の出力値 ($I_{\nu_{11}}' \dots I_{\nu_{1n}}'$)			
第2小区域での補正後の出力値 ($I_{\nu_{21}}' \dots I_{\nu_{2n}}'$)			

【0057】ここで、第1小区域の波数 ν_{1n} での感度補正値 $\alpha \langle N_{\nu_{1n}} \rangle$ は、次記数6で与えられる。

【数6】
 $\alpha \langle N_{\nu_{1n}} \rangle = \langle I_{N_{\nu_{1c}n}} \rangle / \langle I_{\nu_{1c}} \rangle$
 ただし、 $\langle I_{N_{\nu_{1c}n}} \rangle$ は第1小区域のチャンネル D_n での中心波数の強度、 $\langle I_{\nu_{1c}} \rangle$ は第1小区域の中心チャンネル D_c での中心波数 ν_{1c} の強度である。

【0058】したがって、感度補正後の、つなぎ波数位置での出力値 $I_{\nu_{1n}}'$ と $I_{\nu_{21}}'$ は、次記数7で与えられる。

【数7】
 $I_{\nu_{1n}}' = \alpha \langle N_{\nu_{1n}} \rangle * I_{\nu_{1n}}$

$\alpha \langle N_{\nu_{1n}} \rangle^{-1} = \langle I_{1n} \rangle / \langle I_{\nu_{1c}} \rangle$
 第2小区域 (N_{ν_2})

$\alpha \langle N_{\nu_{21}} \rangle^{-1} = \langle I_{21} \rangle / \langle I_{\nu_{2c}} \rangle$

$\alpha \langle N_{\nu_{2n}} \rangle^{-1} = \langle I_{2n} \rangle / \langle I_{\nu_{2c}} \rangle$

【0053】このため、感度補正後の出力値は、上記数3の感度補正値を用い、次記式4で与えられる。

【数4】第1小区域 $\langle N_{\nu_1} \rangle$

$I_{\nu_{11}}' = \alpha \langle N_{\nu_{11}} \rangle * I_{\nu_{11}}$

$I_{\nu_{1n}}' = \alpha \langle N_{\nu_{1n}} \rangle * I_{\nu_{1n}}$

第2小区域 $\langle N_{\nu_2} \rangle$

$I_{\nu_{21}}' = \alpha \langle N_{\nu_{21}} \rangle * I_{\nu_{21}}$

$I_{\nu_{2n}}' = \alpha \langle N_{\nu_{2n}} \rangle * I_{\nu_{2n}}$

【0054】ここで、第1小区域 N_{ν_1} と第2小区域 N_{ν_2} でのつなぎ波数位置は同一波数 ($\nu_{1n} = \nu_{21}$)、本実施形態では例えば波数 ν_7 である。

【0055】この波数での感度補正値 $\beta < 1/2 >$ は、次記数5で与えられる。

【数5】

$\beta < 1/2 > = \alpha \langle N_{\nu_{1n}} \rangle / \alpha \langle N_{\nu_{21}} \rangle$

【0056】また、上記数4を、測定波数に対応させて並べかえたものを以下に示す。

$I_{\nu_{21}}' = \alpha \langle N_{\nu_{21}} \rangle * I_{\nu_{21}}$

【0059】ここで、補正前の、つなぎ波数位置に対応するチャンネル D_n と D_1 の出力の比 $I_{\nu_{1n}} / I_{\nu_{21}}$ は、次記数8で与えられる。

【数8】 $I_{\nu_{1n}} / I_{\nu_{21}} = \beta < 1/2 >$

【0060】したがって、感度補正後の、つなぎ波数位置に対応するチャンネル D_n と D_1 の出力の比

$I_{\nu_{1n}}' / I_{\nu_{21}}'$ は、次記数9で与えられる。

【数9】 $I_{\nu_{1n}}' / I_{\nu_{21}}' = \alpha \langle N_{\nu_{1n}} \rangle / \alpha \langle N_{\nu_{21}} \rangle * \beta (1, 2)$

【0061】そして、上記数9を、 $I_{\nu_{21}}'$ について変形すると、感度補正後の出力値 $I_{\nu_{21}}'$ は次記数1

0で与えられる。

$$【数10】 I_{\nu_{21}}' = \alpha (N_{\nu_{21}}) / \alpha (N_{\nu_{1n}}) * I_{\nu_{1n}}' / \beta (1 \quad 2)$$

【0062】このように本実施形態では、分光器の分散可能な全波数範囲($\nu_1 \sim \nu_{13}$)を、隣合う小区域で一部の波数(ν_7)を重複するように複数の小区域、例えば第1小区域($\nu_1 \sim \nu_7$)と、第2小区域($\nu_7 \sim \nu_{13}$)とに分割している。そして、各区域の中心波数光強度を基準にした場合の、各小区域での相対強度比を得る。これらの各小区域での相対強度比を繋ぎ合わせ、分光器が分散可能な全波数範囲($\nu_1 \sim \nu_{13}$)での感度補正值を得ている。

【0063】そして、実際の分析測定の際は、各感度補正值で各対応波数光を受光した時の出力値を補正している。この結果、本実施形態では、測定チャンネル数に拘わらず、より広い波数範囲での感度補正を、分解能を損なうことなく適正に行うことが可能となる。以上のように本実施形態にかかる感度補正装置10は、分光器16の分散可能な全波数範囲を、一部の波数が重複するように複数の小区域に分割している。

【0064】そして、分割後の各小区域での測定結果を繋ぎ合わせ、分光器16の分散可能な全波数範囲に渡る感度補正值を得ている。この結果、測定チャンネルの数に拘わらず、より広い波数範囲での感度補正を、分解能を損なうことなく適正に行うことができる。その理由は、通常は、分光器は光を広い波数範囲を分散できるが、中心から遠のくに従い、像歪みが生じ分解能が悪くなる。したがって、像歪みが生じない程度の検出器チャンネル数を使って広い範囲の測定を行なうことができる。

【0065】そこで、本実施形態では、このような不具合を改善するために広い波数範囲を上述のように区切って小区間を検出器の測定チャンネルに割当てることにより、広い波数範囲で感度補正された歪みの少ない測定が得られる。そして、その全波数範囲について小区間の測定時に一部分を重複させて測定し、その各小区域での測定結果を繋ぎ合わせて全領域に渡る感度補正值を得ている。これにより、検出器の全ての測定チャンネルの例えば数倍のチャンネル数の測定が得られる。

【0066】しかも、分光器16、及びCCD検出器18の出力の感度特性を補正する際は、連続スペクトル光源としての絶対光源12を用いることとした。この結果、コンピュータ24により駆動ドライバ31の動作を制御し、分光器16の波数を走査するのみで、任意の波数での感度補正を、容易に行うことができる。

【0067】なお、前記実施形態では説明を省略したが、回折格子による分散は検出器(各チャンネルは一定の間隔をもつ)の位置によって異なるため、各チャンネルにおける分散の違いも考慮に入れた補正も必要となる。また、前記各構成では、小区域を2つ設定した例に

ついて説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、3つ以上に分割してもよい。また、前記各構成では、分光器が分散可能な全波数範囲を複数分割した例について説明したが、分光器が分散可能な特定の波数範囲を複数分割し、この特定の波数範囲での感度補正を可能にしてもよい。

【0068】また、前記各構成では、隣合う小区域で、ある波数 ν_7 が重複した例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、ある波数範囲を重複させてもよい。また、前記各構成では、標準波数として各小区域の中心波数を用いた例について説明したが、該区域の他の波数を用いてもよい。また、前記各構成では、標準チャンネルとしてチャンネル $D_1 \sim D_n$ のうちの、中心チャンネル D_c を用いた例について説明したが、他のチャンネルを用いてもよい。

【0069】補完手段

また、前記各構成は、各測定チャンネルの感度が一律ではないので、これを補正しようとするものである。このとき、測定チャンネル、例えば図12に示すようなチャンネル D_E に欠陥がある場合があり、欠陥のある測定チャンネル D_E については、その出力 I_E がゼロの場合もある。このため、欠陥のある測定チャンネル D_E については、前記本実施形態の感度補正が不可能な場合もある。

【0070】そこで、本実施形態において、図13に示すように、前記図1に示したコンピュータと同様のコンピュータ214には、読出手段222からの測定チャンネルの出力が入力される判定手段252と、補完手段254を設けることも好ましい。前記判定手段252は、図14に示す測定チャンネルの出力が所定の設定値、例えば I_{min} 以上であれば、該出力に対応する測定チャンネルを正常チャンネルとして判断する。

【0071】一方、前記測定チャンネルの出力が前記設定値 I_{min} より小さければ、これを欠陥チャンネルとして判断する。前記補完手段254は、判定手段252により測定チャンネル D_E に欠陥があると判断された場合には、図15に示すような欠陥チャンネル D_E の両側に位置する正常チャンネル D_{E-1} と D_{E+1} の出力 I_{E-1} と I_{E+1} に基づき、該欠陥チャンネル D_E の出力を補完し、これを出力 $I * E$ 等とする。そして、コンピュータ214は、欠陥チャンネル D_E の出力を $I * E$ とし、上記のようにして感度補正值を得る。

【0072】なお、この補完手段254は、欠陥チャンネル D_E の直ぐ隣りに位置するチャンネルも欠陥チャンネルであれば、さらに同一の方向のチャンネルのうちで、該欠陥チャンネルに一番近い正常チャンネルの出力を選択する。この結果、本実施形態によれば、欠陥チャンネルがある場合であって、前記感度補正をより適正に行うことができる。

【0073】

【発明の効果】以上説明したように本発明にかかる感度補正装置によれば、分割手段により分光器が分散可能な波数範囲でかつ補正対象となる波数範囲を、隣り合う小範囲で一部の波数或いは波数範囲が重複するように複数の小範囲に分割する。波数走査手段により分割手段での各対応小範囲の測定毎に各対応標準波数を変え各チャンネルに受光させる。そして、感度補正手段により小範囲の標準波数光を標準チャンネルに受光させた時の強度に対する他チャンネルの強度の相対比を得、該相対比から該小範囲でのばらつきを補正可能な感度補正值を得、該各小範囲での感度補正值をつなぎ合わせ、前記分割前の波数範囲での感度補正值を得ることとした。この結果、本発明においては、より広い波数範囲での感度補正を所定数の測定チャンネルを用いて分解能を低下させることなく適正に行なえる。しかも、本発明においては、波数走査手段により分光器の波数走査を行うのみで、従来極めて困難であった任意の波数での感度補正を容易に行うことができる。また、本発明において、前記連続スペクトル光源として、各波数における光強度が既知の絶対光源を用いることにより、正確な連続スペクトル強度が確実に得られるので、前記感度補正を、より正確に及び容易に行うことができる。さらに、本発明において、判定手段により、あるチャンネルに欠陥があると判断した場合には、補完手段により、該欠陥チャンネルの両側に位置する正常チャンネルの出力に基づき、該欠陥チャンネルの出力を補完することにより、欠陥チャンネルがある場合であっても、前記感度補正をより適正に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態にかかる感度補正装置の概略構成の説明図である。

【図 2】 図 1 に示した感度補正装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図 3】 図 1 に示した感度補正装置での測定波数の複数小区域への分割方法の説明図である。

【図 4】 図 1 に示した感度補正装置での測光方法の説明図である。

【図 5】 図 1 に示した感度補正装置でのデータ処理方法の説明図である。

【図 6】 ,

【図 7】 ,

【図 8】 ,

【図 9】 ,

【図 10】 ,

【図 11】 図 2 ～ 図 5 に示した処理の変形例の説明図である。

【図 12】 ,

【図 13】 ,

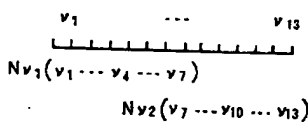
【図 14】 ,

【図 15】 図 1 に示した感度補正装置に好適に付加可能な補完手段の説明図である。

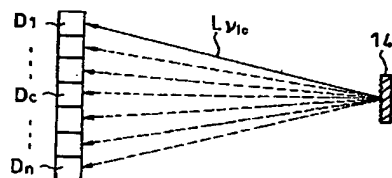
【符号の説明】

- 10 … 感度補正装置
- 12 … 絶対光源（連続光源）
- 14 … 回折格子
- 16 … 分光器
- 18 … CCD 検出器（マルチチャンネル検出器）
- 20 … 波数走査手段
- 22, 222 … 読出手段
- 24, 224 … コンピュータ（感度補正手段、分割手段、補完手段、判定手段）

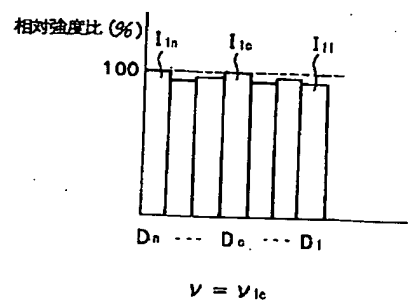
【図 3】



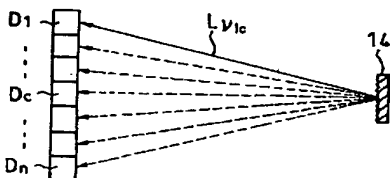
【図 4】



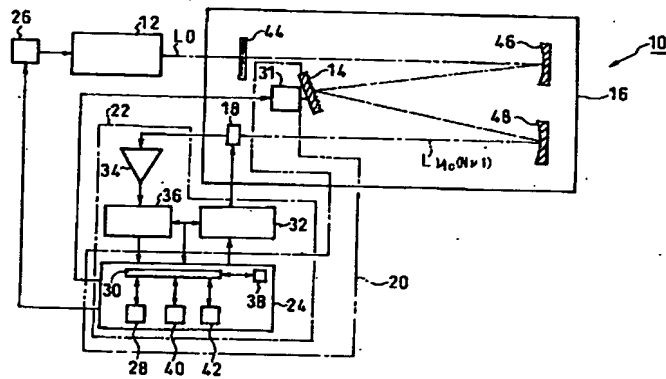
【図 5】



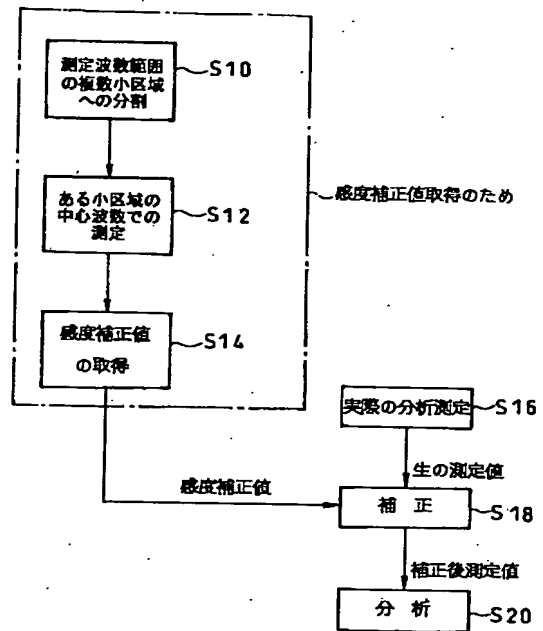
【図 7】



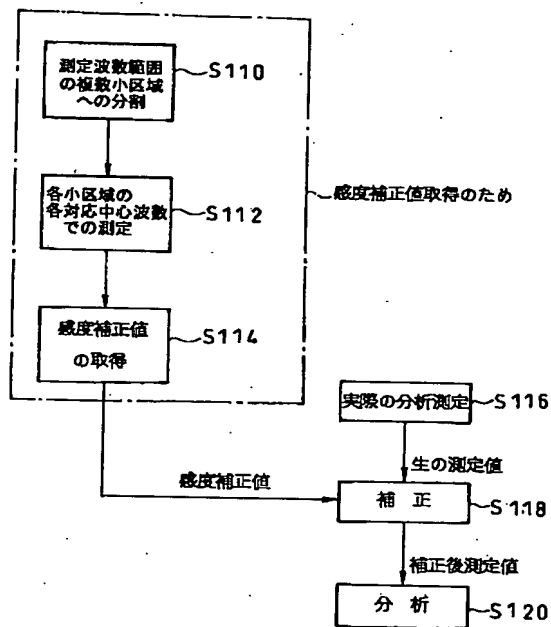
【図1】



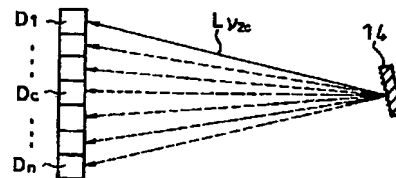
【図2】



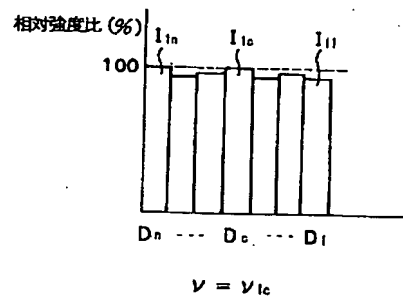
【図6】



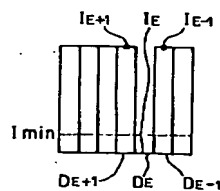
【図8】



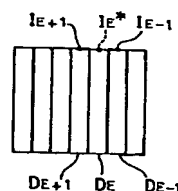
【図9】



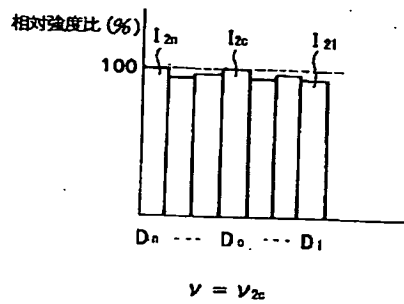
【図14】



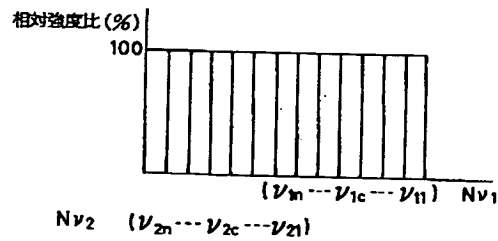
【図15】



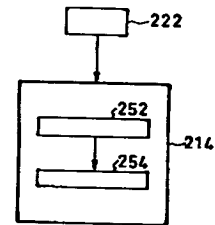
【図10】



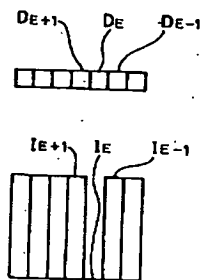
【図11】



【図13】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 坂巻 徹
東京都八王子市石川町2967番地の5 日本
分光株式会社内
(72)発明者 久保 佳子
東京都八王子市石川町2967番地の5 日本
分光株式会社内

(72)発明者 土屋 淳
東京都八王子市石川町2967番地の5 日本
分光株式会社内
Fターム(参考) 2G020 CB04 CB21 CC02 CC52 CC63
CD06 CD23 CD24 CD34 CD38
CD59